Évaluation de l'impact sanitaire de la **pollution atmosphérique urbaine**

Actualisation du guide méthodologique :

- recommandations provisoires pour les évaluations de l'impact sanitaire court terme et long terme
- manuel d'utilisation du logiciel EIS-PA version 2.0

Mars 2003

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE LA SANTÉ,
DE LA FAMILLE ET DES
PERSONNES HANDICAPÉES

DRASS Provence Alpes Côte d'Azur
Cellule interrégionale d'épidémiologie Sud

INSTITUT DE
VEILLE SANITAIRE

La réalisation de ce document a été coordonnée par :
Laurence Pascal (InVS) et **Sylvie Cassadou** (InVS)

Ont participé à l'élaboration de ce document :

Cire Sud
F. Franke.

Institut de veille sanitaire (Département santé environnement)
S. Cassadou, D. Eilstein, P. Fabre, L. Filleul, A. Le Tertre, S. Medina, L. Pascal, A. Zeghnoun.

ORS Ile-de-France
A. Lefranc, C. Nunes.

ORS Nord-Pas de Calais
C. Declercq, H. Prouvost.

Sommaire

Première partie : Recommandations provisoires pour les EIS court terme et long terme

1. Contexte et objectifs 9
2. Principe général 9
3. Définition de la zone d'étude 9
4. Indicateurs d'exposition 9
   - 4.1. Choix des polluants 9
   - 4.2. Construction de l'indicateur 10
5. Fonctions exposition / risque et indicateurs sanitaires 11
   - 5.1. Indicateurs sanitaires 11
   - 5.2. Fonctions exposition / risque court terme 12
   - 5.3. Fonctions exposition / risque mortalité long terme 13
6. Méthodes et outils de calcul 14
   - 6.1. Les niveaux d'exposition de référence 14
   - 6.2. Les outils de calculs 14
   - 6.3. La présentation des résultats 14
7. Bibliographie 15
8. Annexe 16

Deuxième partie : manuel d'utilisation du logiciel EIS-PA version 2

1. Objectifs 21
2. Présentation du logiciel 21
   - 2.1. Excel version 2000 21
   - 2.2. Excel version 97 21
   - 2.3. Organisation du programme EIS-PA 22
3. Feuille « Données » 22
   - 3.1. Les indicateurs d'exposition à la pollution atmosphérique 22
   - 3.2. Les indicateurs sanitaires 24
   - 3.3. Les saisons d'études 24

3.4. Les niveaux de référence pour les différents scénarios des EIS court terme 25
3.5. Les niveaux de référence pour les différents scénarios de l'EIS long terme 26
3.6. Calcul du nombre de jours de pollution par classes d'exposition de 10µg/m^3 26
3.7. Les risques relatifs des courbes exposition/risque 26

4. Feuille « Descriptif » 27

5. Feuilles « Résultats EIS court terme » 27
5.1. Résultats descriptifs 28
5.2. Résultats de l'EIS 28
5.3. Calculs intermédiaires pour les différents scénarios 29

6. Feuille « Résultats EIS long terme » 29

7. Annexe 30

Partie 1 :

Recommandations provisoires pour les EIS court terme et long terme

1. Contexte et objectifs

Dans des contextes locaux différents, des projets d'évaluation de l'impact sanitaire (EIS), à court terme mais également à long terme, de la pollution atmosphérique urbaine sur la mortalité et/ou sur des indicateurs de morbidité ambulatoire sont envisagés.
D'une manière générale, les projets d'EIS découlent parfois des orientations figurant dans le plan régional de la qualité de l'air (PRQA) et une enquête réalisée par l'Institut de veille sanitaire (InVS) est en cours pour évaluer la prise en compte de la problématique santé dans les PRQA. Par ailleurs, la parution en 2000 de l'EIS tri-nationale Autriche – France – Suisse [1] estimant l'impact à long terme sur la mortalité, la publication d'articles sur les avantages et les limites respectifs des EIS court et long terme sur la mortalité [2,3] et les recommandations de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) formulées en Novembre 2000 sur ce thème [4] ont conduit les professionnels de santé publique à envisager des EIS long terme sur la mortalité au niveau local. Enfin, l'étude tri-nationale, entre autres, suggère également l'utilisation d'indicateurs sanitaires de morbidité ambulatoire (bronchites aiguës, crises d'asthme).

Dans ce contexte, il apparaît aujourd'hui que le guide méthodologique pour la réalisation d'EIS de la pollution atmosphérique urbaine élaboré en 1999 par l'InVS [5], nécessite une actualisation. Une première réunion de travail rassemblant épidémiologistes, métrologistes, statisticiens et économistes a permis d'évoquer les différents éléments nécessaires à la réalisation d'une EIS et de déterminer ceux pour lesquels des travaux d'actualisation ou de développement étaient pertinents. L'ensemble de ces travaux nécessitant plusieurs mois pour une actualisation complète du guide, une note technique de recommandations provisoires est élaborée afin de répondre aux besoins immédiats des professionnels de santé publique pour la réalisation d'EIS prenant en compte les évolutions des connaissances, en particulier sur l'impact à long terme de la pollution atmosphérique sur la mortalité. Cette note ne reprend pas l'ensemble de la démarche d'EIS qui n'est pas modifiée dans ses principes mais passe en revue les différents éléments nécessaires à sa réalisation pour en préciser les évolutions. Elle s'adresse donc à des professionnels de santé publique déjà familiarisés à la méthode.

2. Principe général

En accord avec les recommandations du groupe de travail de l'OMS [4], le principe général à appliquer à chaque étape de la démarche est de conserver la plus grande adéquation possible entre les caractéristiques de l'EIS à réaliser – population concernée, définition de l'indicateur sanitaire utilisé, construction de l'indicateur d'exposition – et celles des études épidémiologiques ayant produit les fonctions exposition / risque.

3. Définition de la zone d'étude

Dans l'immédiat, les critères de définition de la zone d'étude proposés dans le guide 1999 restent valides. Dans le contexte de l'actualisation du guide, des précisions pourront être apportées sur les éléments d'information métrologique contribuant à définir cette zone d'étude : campagnes ponctuelles de mesure, caractérisation fine des stations pour la sélection de la population correspondante, pertinence de la cartographie par échantillonnage passif etc…

4. Indicateurs d'exposition

4.1. Choix des polluants

Le guide de 1999 recensait quatre polluants mesurés en routine permettant la construction des indicateurs d'exposition : fumées noires et dioxyde de soufre (SO_2) pour la pollution acido-particulaire, dioxyde d'azote (NO_2) et ozone (O_3) pour la pollution photo-oxydante.

Concernant les EIS court terme, la validité de ces indicateurs n'est pas remise en cause mais une précision est apportée pour l'utilisation de l'indicateur O_3 ; il doit être pris en compte uniquement pour la période estivale. En effet, en période hivernale, O_3 devient un indicateur « inversé » de la pollution urbaine (lorsque son niveau augmente, celui des autres indicateurs diminue). En revanche, ces indicateurs ne sont pas utilisables pour les EIS long terme faute de pouvoir disposer de fonctions exposition / risque.

Concernant à la fois les EIS court terme et les EIS long terme, l'indicateur d'exposition aux particules d'un diamètre aérodynamique inférieur à 10 microns (PM10) doit être maintenant considéré. En effet, l'équipement actuel des Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (AASQA) en analyseurs de PM10 et, parallèlement, la disponibilité de fonctions exposition / risque à la fois pour les risques de mortalité à court terme et à long terme rendent possible et pertinente l'utilisation de ce polluant pour la construction des indicateurs d'exposition. Les PM10 peuvent à ce titre remplacer les fumées noires en tant qu'indicateur de pollution particulaire.

4.2. Construction de l'indicateur

EIS court terme

Dans le guide de 1999 qui ne traitait que de l'EIS court terme pour la mortalité et les admissions hospitalières, l'indicateur d'exposition était construit à partir de la moyenne arithmétique des valeurs journalières mesurées par les stations urbaines (de fond) sélectionnées.

Les essais réalisés pour optimiser la construction des indicateurs afin de les rendre plus représentatifs de l'exposition réelle de la population (utilisation de budgets espace-temps, introduction de mesures en proximité trafic, utilisation de mesures individuelles ponctuelles de référence) n'ont pas montré de résultats significativement différents en termes de risques relatifs [6-9]. En réalité, l'exposition de la population générale estimée par les indicateurs n'est jamais exactement celle de la population réellement à risque qui, elle, est inconnue.

Par ailleurs, les fonctions exposition / risque utilisées pour l'estimation des impacts à court terme ont été élaborées à partir d'indicateurs d'exposition calculés sur le principe énoncé ci-dessus. L'adéquation recherchée entre méthode d'EIS et méthodes des études épidémiologiques sources des fonctions exposition / risque fait préférer ce même principe de calcul. Enfin, cette méthode a l'avantage d'une bonne faisabilité par les professionnels de santé locaux et d'une bonne lisibilité auprès des décideurs à qui s'adressent les résultats. Il est donc proposé de conserver la méthode de construction des indicateurs d'exposition qui figurait dans le premier guide.

EIS long terme

Les fonctions exposition / risque pour l'estimation des impacts à long terme sur la mortalité actuellement disponibles [1] proviennent principalement des études épidémiologiques conduites aux Etats-Unis à partir de cohortes de sujets suivis individuellement dans le temps. La dernière publiée est l'étude d'Arden Pope sur mortalité totale, cardio-pulmonaire et par cancer du poumon aux Etats-Unis [10].

Dans ces études, l'exposition est également estimée par une moyenne des mesures relevées sur l'ensemble des stations urbaines de l'agglomération. La typologie de ces stations urbaines est différente de celle des stations de fond européennes ou françaises, ce qui rend toujours l'application des fonctions exposition / risque discutable. De plus pour les études long terme, les caractéristiques des populations ainsi que leurs évolutions, sans doute différentes aux Etats-Unis et en Europe, ont un effet perturbateur plus important que pour le court terme.

Par ailleurs, les concentrations ambiantes sont également agrégées dans le temps sur un an ou plus. L'exposition dans les études sur les risques à long terme est donc estimée de façon globalement plus grossière.

Une étude néerlandaise récente conduite par Hoek et Brunekreef [14] analyse l'impact de la pollution liée au trafic automobile sur la mortalité totale, cardiovasculaire et respiratoire. L'exposition est estimée à partir des concentrations de fond urbaines et régionales et tient compte du fait que l'individu habite à proximité d'un axe routier à grand trafic. La construction de l'indicateur d'exposition est donc différente des études américaines puisqu'elle affecte un niveau d'exposition différent suivant le lieu d'habitation ce qui nécessite de pouvoir définir la population habitant à proximité des axes routiers afin de mesurer son exposition spécifique.

La construction de l'indicateur d'exposition à la pollution atmosphérique, telle qu'elle était proposée dans le premier guide pour l'estimation des impacts à court terme, ne paraît donc pas remise en question pour les EIS long terme. Simplement, pour le calcul de l'impact sanitaire, les valeurs ne sont plus prises en compte sur un pas de temps journalier mais moyennées sur un an.

5. Fonctions exposition / risque et indicateurs sanitaires

5.1. Indicateurs sanitaires

Mortalité

Les modalités de recueil des données de mortalité ne différent pas dans leurs principes de celles présentées dans le guide méthodologique 1999. Deux indicateurs de mortalité spécifique (mortalité cardiovasculaire et respiratoire) sont pris en compte dans cette actualisation puisque des courbes exposition / risque sont maintenant disponibles pour ces indicateurs.

Le Centre d'épidémiologie des causes médicales de décès (CépiDc), anciennement Service commun d'information sur les causes médicales de décès (SC8) de l'Inserm (http://www.sc8.vesinet.inserm.fr:1080), réalise la codification des causes médicales de décès selon les règles de la neuvième version de la classification internationale des maladies (CIM9) de l'Organisation mondiale de la santé jusqu'en 1999, la dixième version (CIM10) étant utilisée à partir de l'année 2000. Les codes à retenir pour les indicateurs de mortalité figurent dans le tableau 1.

Tableau 1 : Codes utilisés pour la sélection des indicateurs de mortalité.

Indicateur	Codes CIM9	Codes CIM10
Mortalité totale (hors morts violentes et accidentelles)	Codes < 800	Codes < S00
Mortalité cardiovasculaire	390 – 459	I00 – I99
Mortalité respiratoire	460 – 519	J00 – J99

Admissions hospitalières

Les données sont extraites à partir du programme de médicalisation des systèmes d'information (PMSI), généralisé depuis 1997 à l'ensemble des établissements de soins de courts séjours, publics et privés. Les principes concernant l'obtention des données d'admissions hospitalières restent les mêmes que dans le guide méthodologique 1999, mais certaines précisions sont apportées concernant l'extraction des données à partir de la base régionale des résumés de sortie anonymes (RSA) auprès du service statistique de la Drass (annexe).

Les codes des diagnostics principaux retenus pour construire les indicateurs d'admissions hospitalières sont précisés dans le tableau 2. Les données antérieures à 1997 sont en général codées avec la neuvième version de la classification internationale des maladies (CIM9), la dixième version (CIM10) a été utilisée à partir de 1997.

Tableau 2 : Codes utilisés pour la sélection des indicateurs d'admissions hospitalières.

Indicateur	Codes CIM9	Codes CIM10
Admissions pour cause respiratoire	460 – 519	J00 – J99
Admissions pour cause cardiovasculaire	390 – 459	I00 – I99
Admissions pour cause cardiaque	390 – 429	I00 – I52

Les différentes classes d'âge retenues pour les différents indicateurs de morbidité sont précisées dans le tableau 3.

Tableau 3 : indicateurs d'admissions hospitalières et classes d'âge.

Indicateur	Classes d'âge
Admissions pour cause respiratoire	15-64 ans 65 ans et plus
Admissions pour cause cardiovasculaire	Tous âges
Admissions pour cause cardiaque	Tous âges 65 ans et plus

5.2. Fonctions exposition / risque court terme

Mortalité totale, cardio-vasculaire et respiratoire

Depuis la parution du guide 1999, les fonctions exposition / risque concernant ces indicateurs ont été actualisées dans le cadre du programme Air Pollution and Health : a European Approach (APHEA2) [11] au niveau européen d'une part et dans le cadre du Programme de Surveillance Air et Santé des 9 villes (PSAS-9) d'autre part. Dans le programme européen, les fonctions exposition / risque permettent de prendre en compte au niveau local les effets modificateurs du NO_2 et de la température. Néanmoins, il est encore difficile d'interpréter cet effet modificateur au niveau d'une ville particulière et des analyses de sensibilité comparant les deux types de fonctions exposition / risque sur une même ville doivent être conduites.

Dans l'immédiat, l'utilisation des fonctions exposition / risque produites par le PSAS-9 phase II (tableau 4) paraît préférable pour les Fumées noires, SO_2, NO_2, O_3.

Tableau 4. Risques relatifs de mortalité (et intervalles de confiance à 95 %) estimés pour une exposition de 0-1 jours et pour une augmentation de 10 µg/m^3 des indicateurs de pollution*.

Mortalité	Fumées noires	SO_2	NO_2	O_3
Toutes causes	**1,008**† [1,006 – 1,010]**	**1,011** [1,005 – 1,017]	**1,010** [1,007 – 1,013]	**1,007** [1,003 – 1,010]
Cardio-vasculaire	**1,005** [1,001 – 1,010]	**1,008** [1,004 – 1,011]	**1,012** [1,005 – 1,018]	**1,011** [1,004 – 1,018]
Respiratoire	1,007 [0,999 – 1,015]	**1,011** [1,001 – 1,021]	**1,013** [1,005 – 1,021]	**1,012** [1,006 – 1,019]

* Source : PSAS-9 [9]
** Intervalle de confiance à 95 %
† Les Risques relatifs significatifs apparaissent en gras

En revanche, pour les PM10, seul le programme APHEA2 a produit des fonctions expositions / risque (tableau 5) en Europe.

Tableau 5. Risques relatifs de mortalité (et intervalles de confiance à 95 %) estimés pour une exposition de 0-1 jours et pour une augmentation de 10 µg/m^3 des PM10*.

Mortalité	PM_{10}
toutes causes	**1,006**† [1,004 – 1,008]**

* Source : APHEA2 [11]
** Intervalle de confiance à 95 %
† Les Risques relatifs significatifs apparaissent en gras

Admissions hospitalières

Les fonctions exposition / risque établies pour ces indicateurs sanitaires dans le cadre du PSAS-9 comportent un degré d'incertitude incompatible avec leur utilisation en routine pour la réalisation d'EIS [9]. Les Risques Relatifs obtenus sont hétérogènes, souvent non significatifs et incohérents avec les résultats de la littérature. Aussi, dans l'immédiat, les fonctions exposition / risque élaborées dans le cadre d'APHEA1 [15] et APHEA2 [16] sont les mieux adaptées. Pour les admissions hospitalières pour pathologies respiratoires les risques relatifs sont ceux figurant dans le tableau 6.

Tableau 6. Risques relatifs d'admissions hospitalières pour pathologies respiratoires (et intervalles de confiance à 95 %) estimés pour une exposition de 0-1 jours et pour une augmentation de 10 µg/m^3 des niveaux des polluants.

	Admissions hospitalières pour pathologies respiratoires Codes CIM10 : J00-J99 (Codes CIM9 : 460-519)	
	Chez les 15-64 ans	**Chez les 65 ans et plus**
SO_2	1,002 [0,998 – 1,005] * ‡	**1,004** [1,001 – 1,009] *
FN	**1,006**† [1,001 – 1,010] *	1,001 [0,993 – 1,009] **
PM10		**1,009** [1,006 – 1,013] **
NO_2	1,002 [0,997 – 1,007] *	1,004 [0,996 – 1,012] *
O_3 été	1,004 [0,998 – 1,010] *	**1,008** [1,004 – 1,014] *

* Source APHEA1 ; ** : source APHEA2
† Les Risques relatifs significatifs apparaissent en gras
‡ Intervalle de confiance à 95 %

Concernant les admissions pour pathologies cardio-vasculaires, pour les indicateurs de pollution – SO_2, NO_2, – les fonctions exposition / risque à utiliser restent celles du guide 1999 (tableau 7) [5].

Tableau 7. Risques relatifs d'admissions hospitalières pour pathologies cardiovasculaires (et intervalles de confiance à 95 %) estimés pour une exposition de 0-1 jours et pour une augmentation de 10 µg/m^3 des polluants.

Polluant	saison	Pathologies cardiovasculaires tous âges Codes CIM10 : I00-I99 (Codes CIM9 : 390-459)
SO_2	Hiver	**1,013**† [1,006 – 1,020]*
NO_2	Hiver	**1,010** [1,006 – 1,014]
NO_2	Eté	**1,012** [1,007 – 1,017]

* Intervalle de confiance à 95 %

† Les Risques relatifs significatifs apparaissent en gras

Pour les indicateurs Fumées noires et PM10, des relations exposition / risque ont été produites dans le cadre du programme APHEA2, pour les indicateurs de pathologies cardiaques uniquement (tableau 8) [17].

Tableau 8. Risques relatifs d'admissions hospitalières pour pathologies cardiaques (et intervalles de confiance à 95 %) estimés pour une exposition de 0-1 jours et pour une augmentation de 10 µg/m^3 des polluants*.

	Admissions pour pathologies cardiaques Codes CIM10 : I00-I52 (Codes CIM9 : 390-429)	
	Tous âges	**65 ans et plus**
PM10	**1,005**† [1,002 – 1,008]**	**1,007** [1,004 – 1,010]
Fumées noires	**1,011** [1,004 – 1,018]	**1,013** [1,004 – 1,022]

* Source : APHEA2

** Intervalle de confiance à 95 %

† Les Risques relatifs significatifs apparaissent en gras

Morbidité ambulatoire

Dans le cadre de l'actualisation complète du guide 1999, les fonctions exposition / risque de l'étude tri-nationale doivent être examinées pour étudier la pertinence et la faisabilité de leur application à des situations locales françaises en termes de définition de l'indicateur sanitaire et de disponibilité de ces indicateurs. En première approche, les indicateurs paraissant les plus pertinents sont les épisodes de bronchites chez l'enfant et les crises d'asthme. Dans l'immédiat, l'utilisation de ces fonctions exposition / risque avec une extrapolation géographique des risques de base ne doit être envisagée que de manière prudente, dans le cas par exemple où il s'agit de donner un ordre de grandeur de l'impact de la pollution. Il paraît en revanche préférable de ne pas les utiliser pour quantifier l'efficacité sanitaire de scénarios de gestion de la qualité de l'air.

5.3. Fonctions exposition / risque mortalité long terme

Mortalité totale et cardio-respiratoire :

Dans le cadre de l'actualisation complète du guide 1999, des analyses de sensibilité doivent être conduites pour préciser la signification en termes de nombre de cas attribuables, de l'application à une agglomération française des fonctions exposition / risque long terme de l'étude tri-nationale [1] ou de l'étude plus récente de Pope [10]. De plus, l'application des fonctions exposition / risque de l'étude de Pope nécessite la conversion des PM10 en PM2,5 ce qui est une source d'incertitude. L'application des fonctions exposition / risque de l'étude de cohorte néerlandaise publiée récemment [14] nécessite de reconstruire l'indicateur d'exposition en tenant compte de la distance aux voies de circulation. De plus, dans le contexte néerlandais de cette étude, les niveaux de pollution atmosphérique sont homogènes sur tout le pays, ce qui n'est pas le cas en France et introduit une source d'incertitude supplémentaire.

Dans l'immédiat, il est proposé d'utiliser les fonctions exposition / risque de l'étude tri-nationale et qui sont également proposées par l'OMS (tableau 9). Les fonctions exposition / risque de l'étude de Pope peuvent être utilisées pour des analyses de sensibilité.

Tableau 9. Risques relatifs de mortalité à long terme (et intervalles de confiance à 95 %) estimés pour une augmentation de 10 µg/m^3 des PM10*

Mortalité	PM_{10}
toutes causes	**1,043**† [1,026 – 1,061]**

* Source : étude tri-nationale [1]
** Intervalle de confiance à 95 %
† Les Risques relatifs significatifs apparaissent en gras

Mortalité par cancer du poumon :

Seules l'étude de Pope [10] et une méta-analyse de Katsouyanni [12] fournissent un Risque Relatif. Comme précédemment, l'utilisation de ces fonctions exposition / risque doit être prudente et, pour celle de Pope, nécessite la conversion des PM10 en PM2.5 ce qui accroît l'incertitude.

6. Méthodes et outils de calcul

Le principe général de la méthode de calcul du nombre de cas attribuables n'est pas modifié par rapport au guide 1999. On peut rappeler qu'après calcul du nombre de cas attribuable pour chaque indicateur d'exposition, le guide préconisait de sélectionner comme résultat le nombre de cas attribuables le plus élevé parmi ceux calculés pour l'ensemble des polluants : particules, NO_2, SO_2, O_3. Cette option était basée sur le principe que les cas attribuables aux différents indicateurs n'étaient pas cumulables mais que le nombre réel de cas attribuables était au moins égal à la valeur maximale observée parmi les différentes estimations. Aucun élément allant à l'encontre de ce principe n'ayant été avancé depuis ces travaux, celui-ci peut être reconduit.

6.1. Les niveaux d'exposition de référence

Cette question est importante car le niveau de référence choisi est le paramètre qui fait varier le plus le nombre de cas attribuables.

Ce niveau de référence peut tout d'abord représenter un niveau virtuel de faible exposition (10 µg/m^3 par exemple). Dans ce cas, le nombre de cas attribuables reflète l'impact global de la pollution atmosphérique mais ne guide pas l'action : ce niveau faible ne pouvant être atteint en réalité. Il peut également être un niveau d'alerte de la réglementation : le calcul du nombre de cas attribuables a alors un objectif pédagogique pour mettre en évidence le faible impact sanitaire lié aux dépassements de normes. Enfin le niveau de référence peut être un niveau de concentration ambiante à atteindre, soit absolu (objectif de qualité, valeur guide) soit relatif en pourcentage de l'exposition observée.

En première approche, le niveau de référence doit pouvoir être choisi localement de manière à ce que les résultats soient pertinents en termes décisionnels et bien compris par les interlocuteurs locaux. Par ailleurs, plusieurs scénarios doivent pouvoir être réalisés.

6.2. Les outils de calculs

La feuille de calcul fournie avec le premier guide offrait des fonctionnalités particulièrement intéressantes pour la communication des résultats : plusieurs scénarios d'EIS étaient possibles et des sorties graphiques étaient proposées. Néanmoins, cette feuille de calcul nécessitait une saisie longue des données de polluants.

Elle a donc été modifiée avec l'objectif d'une simplification des opérations de saisie, permettant de limiter certaines erreurs pouvant être liées à la saisie des risques relatifs et de la distribution des polluants, et d'une automatisation des calculs dont le principe reste par ailleurs identique. Le logiciel EIS-PA version 2.0 est téléchargeable sur le site de l'InVS (**http://www.invs.sante.fr**). Le manuel d'utilisation figurant en deuxième partie de ce document permet de réaliser facilement chaque étape de l'EIS.

6.3. La présentation des résultats

D'une manière générale, pour une meilleure lisibilité des résultats, il est proposé de fournir les estimations centrales et les intervalles de confiance à 95 % pour plusieurs scénarios d'exposition – plusieurs niveaux de référence – (voir paragraphe 6.1).

Concernant les estimations de l'impact à long terme, les incertitudes, non liées au calcul, doivent faire l'objet d'une démarche pédagogique auprès des interlocuteurs locaux. En effet, la modification potentielle

à long terme de la population concernée et de ses causes de mortalité, de son espérance de vie moyenne et de la pollution atmosphérique locale sur un plan qualitatif sont autant de sources d'incertitude. Il faudra également rappeler que les fonctions exposition / risque utilisées ont été établies dans des populations américaines potentiellement différentes en termes de causes de mortalité et d'exposition.

7. Bibliographie

1. Künstli N., Kaiser R., Medina S. *et al*. Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution: a European assessment. *Lancet* 2000; 356: 795-801.
2. McMichael AJ, Anderson HR, Brunekreef B, *et al*. Inappropriate use of daily mortality analyses to estimate longer-term mortality effects of air pollution. *International Journal of Epidemiology* 1998; 27: 450-453.
3. Quénel P, Zmirou D, Dab W, *et al*. Premature death and long-term mortality effects of air pollution. *International Journal of Epidemiology* 1999; 28: 2.
4. WHO Regional Office for Europe. Quantification of the health effects of exposure to air pollution. Report on a WHO working group, Bilthoven, The Netherland, November 2000; 29 pages.
5. Glorennec P., Quénel P., Nourry L. *et al*. Evaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine : guide méthodologique. *Institut de veille sanitaire*, Saint-Maurice, juillet 1999 ; 48 pages.
6. Zehgnoun A., Beaudeau P. Surveillance des effets sur la santé liés à la pollution atmosphérique. Prise en compte du budget espace-temps-activité de la population dans la construction des indicateurs d'exposition dans les études épidémiologiques temporelles : exemple de la ville du Havre. *Institut de Veille Sanitaire*, Saint Maurice, octobre 2001 ; 27 pages.
7. Gauvin S., Zmirou D., Le Moullec Y. *et al*. Surveillance de la qualité de l'air : étude de l'exposition personnelle d'enfants au NO_2 et aux particules fines. *Revue d'épidémiologie et de santé publique*. 2002, 50 : 307-319.
8. Cassadou S. Optimisation des données collectées par les réseaux de surveillance de la qualité de l'air en vue d'estimer l'exposition à la pollution atmosphérique des enfants de l'agglomération toulousaine. *Observatoire régional de santé Midi-Pyrénées*. Juillet 2001 ; 29 pages.
9. InVS. Programme de surveillance air et santé – 9 villes, Rapport Phase II. *Institut de veille sanitaire* Juin 2002, 181 pages.
10. Pope CA, III, Burnett RT, Thun MJ, Calle EE, Krewski D, Ito K *et al*. Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. *JAMA* 2002; 287 (9): 1132-41.
11. Katsouyanni K, Touloumi G, Samoli E, Gryparis A, Le Tertre A, Monopolis Y, Rossi G, Zmirou D, Ballester F, Boumghar A, Anderson HR, Wojtyniak B, Paldy A, Braunstein R, Pekkanen J, Schindler C, Schwartz J. Confounding and effect modification in the short-term effects of ambient particles on total mortality: results from 29 European cities within the APHEA2 project. *Epidemiology.* 2001 Sep; 12(5): 521-31.
12. Katsouyanni K, Pershagen G. Ambient air pollution exposure and cancer. *Cancer Causes Control* 1997; 8 (3): 284-91.
13. Air Quality Impact Assessment Tool (Air Q). WHO European Centre on Environment and Health, Bilthoven Division: A. van Leeuwenhoeklaan 9, NL-3721 MA Bilthoven, Netherlands.
14. Hoek G, Brunekreef B, Goldbohm S, Fischer P, van den Brandt PA. Association between mortality and indicators of traffic-related air pollution in the Netherlands: a cohort study. *Lancet,* 2002; 360: 1203-1209.
15. Spix C, Anderson HR, Schwartz J, Vigotti MA, LeTertre A, Vonk JM, Touloumi G, Balducci F, Piekarski T, Bacharova L, Tobias A, Ponka A, Katsouyanni K. Short-term effects of air pollution on hospital admissions of respiratory diseases in Europe: a quantitative summary of APHEA study results. Air Pollution and Health: a European Approach. *Arch Environ Health,* 1998 Jan-Feb; 53(1): 54-64.
16. Atkinson RW, Anderson HR, Sunyer J, Ayres J, Baccini M, Vonk JM, Boumghar A, Forastiere F, Forsberg B, Touloumi G, Schwartz J, Katsouyanni K. Acute effects of particulate air pollution on respiratory admissions: results from APHEA 2 project. Air Pollution and Health: a European Approach. *Am J Respir Crit Care Med.*, 2001 Nov 15; 164(10 Pt 1): 1860-6.
17. Le Tertre A, Medina S, Samoli E, Forsberg B, Michelozzi P, Boumghar A, Vonk JM, Bellini A, Atkinson R, Ayres JG, Sunyer J, Schwartz J, Katsouyanni K. Short-term effects of particulate air pollution on cardiovascular diseases in eight European cities. *J Epidemiol Community Health*, 2002 Oct; 56(10): 773-9.

8. Annexe

Exploitation pratique des Résumés de Sortie Anonymisés du PMSI

Il est à cette étape particulièrement utile de pouvoir bénéficier des compétences du service « statistiques » de la DRASS. La procédure est décrite pour la version 5.0 de TAB-RSA.

Version 5.0

- Ouvrir TAB RSA 5.0
- Choisir sorties = « tableaux » (double clic)
- Base SAS : choisir base RSA régionale correspondant à la période étudiée
- Tableau SAS
- Restriction :
  « FINESS in ('XXXXXXXX') and RESIDE in ('YYYYY','ZZZZZ','CCCCC') and SJR>=1 and MODENT='8' and DIAGP like 'I %' (ou J %)
  – pour les établissements publics 'XXXXXXXX' est le code FINESS de l'entité juridique
  – pour les établissements privés et PSPH 'XXXXXXXX' est le code FINESS de l'établissement
  – 'YYYYY', 'ZZZZZ' et 'CCCCC' sont les codes postaux des communes
- Ligne : variable : « AGE »
  Format : « AGE. »
  Libellé : « âge »
- Colonne : variable : « MOISOR »
  libellé : « mois de sortie »
- Contenu : nombre

Remarque : si l'on étudie des données antérieures à 1997, pour des raisons de concordance avec la période de recueil des données environnementales (N.B : cette concordance est souhaitable mais pas nécessaire), on se heurte à une difficulté. Avant 1997 les codes postaux ne figuraient pas dans les items des RSA. La solution consiste alors à, sur une période où ces codes postaux sont renseignés correctement, déterminer la proportion de patients en provenance de la zone d'intérêt par rapport au département (code département). Le ratio pourra ensuite être utilisé pour pondérer le nombre d'hospitalisations (renseigné avant 1997) de patients en provenance du département, en supposant que ce ratio ne varie pas d'une année à l'autre.

Si une commune de la zone d'étude partage son code postal avec une autre hors zone d'étude, il faudra pondérer le nombre d'admissions en provenance de cette commune au prorata du nombre d'habitants.

Partie 2 :

Manuel Utilisateur

EIS-PA

Version 2.0

Mars 2003

17

Evaluation de l'impact sanitaire • Actualisation du guide méthodologique

Programme élaboré par :
– Florian Franke [1]
– Laurence Pascal [2]
– Sylvie Cassadou [2]

Programmation, manuel d'utilisation : Laurence Pascal ; Florian Franke.

Produit par : Institut de veille sanitaire – PSAS 9.

Suggestion de citation : F. Franke, L. Pascal, S. Cassadou. Logiciel d'évaluation d'impact sanitaire de la pollution atmosphérique. Institut de veille sanitaire, Saint-Maurice, France, 2003.

Avertissement

Le logiciel EIS-PA a été développé dans le cadre du guide méthodologique coordonné par l'Institut de veille sanitaire permettant de réaliser une évaluation d'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine. Il est vivement recommandé de prendre connaissance de la méthode générale avant d'utiliser ce logiciel.

Le manuel d'utilisation et les programmes sont dans le domaine public et, sous réserve de ne pas être modifiés, peuvent être librement copiés et distribués.

Assistance EIS-PA

Tél : 04 91 29 94 49 ou 93.24

Fax : 04 91 29 94 20

E-Mail : cirei.marseille@wanadoo.fr
laurence.pascal@sante.gouv.fr

[1] Cellule Inter-régionale d'Epidémiologie – Sud.
[2] Institut de Veille Sanitaire – Département Santé Environnement.

1. Objectifs

Le logiciel « EIS-PA » est un outil d'aide à la réalisation d'une évaluation d'impact sanitaire (EIS) de la pollution atmosphérique urbaine suivant la méthodologie préconisée par l'InVS. Avant toute utilisation, il est donc nécessaire de lire les documents techniques suivants :

– **Evaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine : Guide méthodologique, 1999.**

– **La première partie de ce document : Note technique de recommandations provisoires pour les EIS court terme et long terme, 2003.**

Ces documents sont téléchargeables sur le site de l'InVS (http://www.invs.sante.fr/).

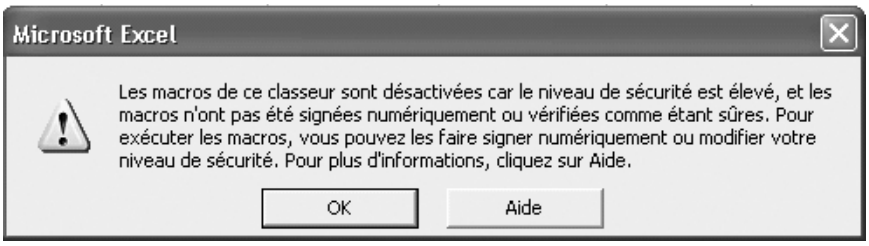
Le logiciel EIS-PA permet de réaliser de manière automatisée et standardisée une EIS pour différents indicateurs de pollution atmosphérique, et différents indicateurs sanitaires et selon différents scénarios pré-établis.

2. Présentation du logiciel

Avertissement : la taille de ce programme est d'environ 8Mo. Par conséquent, le temps nécessaire à l'ouverture, à l'enregistrement et à la fermeture du programme, peut être relativement long.

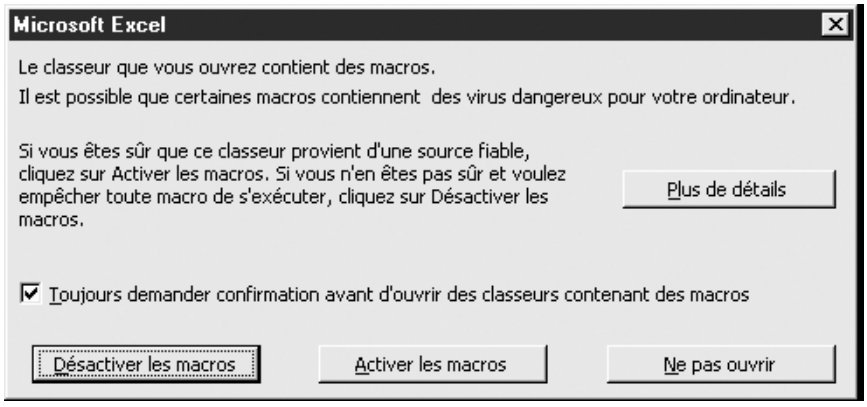
2.1. Vous utilisez la version Excel 2000

A l'ouverture du programme, la fenêtre suivante peut s'afficher. Il suffit de cliquer OK pour pouvoir continuer.


Microsoft Excel
Les macros de ce classeur sont désactivées car le niveau de sécurité est élevé, et les macros n'ont pas été signées numériquement ou vérifiées comme étant sûres. Pour exécuter les macros, vous pouvez les faire signer numériquement ou modifier votre niveau de sécurité. Pour plus d'informations, cliquez sur Aide.
OK
Aide

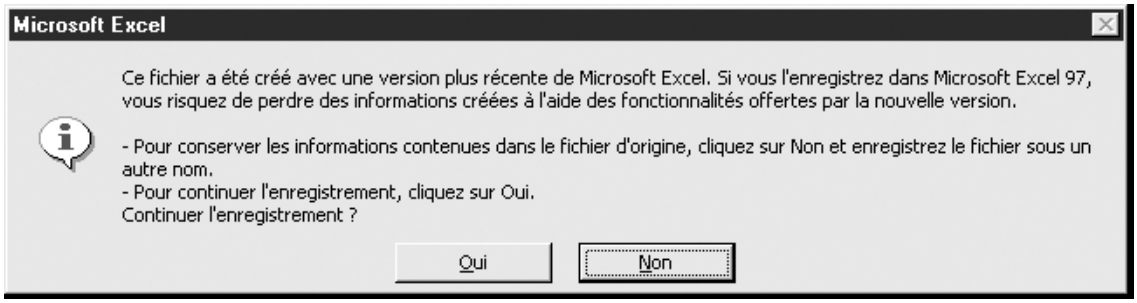
2.2. Vous utilisez la version Excel 97

A l'ouverture du programme, la fenêtre suivante peut s'afficher. Vous cliquez sur « activer les macros » pour continuer.


Microsoft Excel
Le classeur que vous ouvrez contient des macros.
Il est possible que certaines macros contiennent des virus dangereux pour votre ordinateur.
Si vous êtes sûr que ce classeur provient d'une source fiable, cliquez sur Activer les macros. Si vous n'en êtes pas sûr et voulez empêcher toute macro de s'exécuter, cliquez sur Désactiver les macros.
Plus de détails
Toujours demander confirmation avant d'ouvrir des classeurs contenant des macros
Désactiver les macros
Activer les macros
Ne pas ouvrir

Ensuite, à cause d'un problème de compatibilité entre les versions d'Excel 97 et 2000, la première ouverture du classeur entraîne l'affichage à l'écran d'une succession de plusieurs fenêtres de messages d'erreurs. Vous cliquez sur OK à chaque fois pour permettre le chargement du programme.

Ce problème disparaît après le premier enregistrement du programme au format Excel 97. Si vous cliquez sur « enregistrer », la boite de message suivante va apparaître. Vous cliquez sur oui pour terminer l'enregistrement. Si vous ouvrez à nouveau le programme vous n'avez plus de messages d'erreurs à l'ouverture. Le programme fonctionne normalement.


Microsoft Excel
Ce fichier a été créé avec une version plus récente de Microsoft Excel. Si vous l'enregistrez dans Microsoft Excel 97, vous risquez de perdre des informations créées à l'aide des fonctionnalités offertes par la nouvelle version.
- Pour conserver les informations contenues dans le fichier d'origine, cliquez sur Non et enregistrez le fichier sous un autre nom.
- Pour continuer l'enregistrement, cliquez sur Oui.
Continuer l'enregistrement ?
Oui
Non

2.3. Organisation du programme EIS-PA

Le programme EIS-PA est un classeur excel qui contient 32 feuilles,

– 1 feuille « Données » contenant les données nécessaires à l'EIS,

– 1 feuille « Descriptif » contenant les résultats descriptifs des indicateurs d'exposition,

– 30 feuilles pour les résultats d'EIS court et long terme.

Remarque : les feuilles du classeur EIS-PA contiennent différentes formules de calculs qui font appel à des résultats contenus dans certaines cellules. Il donc impératif de ne pas modifier les feuilles de calcul en ajoutant ou en supprimant des lignes, des colonnes ou des cellules.

3. Feuille « Données »

Cette feuille permet de saisir toutes les données nécessaires à la réalisation de l'EIS sur votre zone d'étude.
– Les données doivent être saisies ou collées sur les zones de couleur verte,
– Les zones de couleur bleu clair contiennent des valeurs par défaut qui peuvent être modifiées par l'utilisateur,
– Les zones blanches contiennent des valeurs ou des résultats de calculs non modifiables,
– Les zones jaunes contiennent des titres de colonnes.

	A	B	C	D	E	F	H	Z	AA	AB	AX	AY
1	Polluants (niveaux journaliers)							Indicateurs sanitaires	Moyennes journalières calculées sur l'été	Moyennes journalières sur l'année ou sur la saison pour morbidité cardiaque		
2	Dates	O3	NO2	SO2	FN	PM10		Mortalité totale	2,2	2,5		Classe d'exposition
3	01/01/1999	16	56	20				Mortalité cardiovasculaire	1	1,2		0 à 10
4	02/01/1999	24	57	12				Mortalité respiratoire	0,8	1		10 à 20
5	03/01/1999	47	67	18				Morbidité respiratoire 15 - 64 ans	8	10		20 à 30
6	04/01/1999	37	64	15				Morbidité respiratoire > 65 ans	8	10		30 à 40
7	05/01/1999	22	56	8				Morbidité cardiaque	16	20		40 à 50
8	06/01/1999	44	42	18				Morbidité cardiaque > 65 ans	12	15		50 à 60
9	07/01/1999	32	62	39				Morbidité cardiovasculaire **hiver**		11		60 à 70
10	08/01/1999	51	62	27				Morbidité cardiovasculaire **été**		12		70 à 80
11	09/01/1999	60	24	11				Les moyennes journalières calculées sur la période estivale sont utilisées pour les calculs de				80 à 90
12	10/01/1999	58	23	20				de l'ozone. Remplir les zones vertes uniquement				90 à 100
13	11/01/1999	59	19	2								100 à 110
14	12/01/1999	55	39	7				Saisons				110 à 120
15	13/01/1999	63	45	7				Fenêtre	Début	Fin		120 à 130
16	14/01/1999	35	90	30				O3 été	1/4	30/9		130 à 140
17	15/01/1999	35	98	29								140 à 150
18	16/01/1999	33	104	35				NO2 été	1/4	30/9		150 à 160
19	17/01/1999	36	101	28				NO2 hiver	1/10	31/3		160 à 170
20	18/01/1999	61	29	3								170 à 180
21	19/01/1999	16	56	20				SO2 été	1/4	30/9		180 à 190
22	20/01/1999	24	57	12				SO2 hiver	1/10	31/3		190 à 200
23	21/01/1999	47	67	18								200 à 210

3.1. Les indicateurs d'exposition à la pollution atmosphérique

Les indicateurs retenus sont ceux qui sont surveillés en routine par les réseaux de mesure de la qualité de l'air et pour lesquels il existe des relations exposition / risque documentées, c'est-à-dire ozone (O_3), dioxyde d'azote (NO_2), dioxyde de soufre (SO_2), fumées noires (FN), particules de moins de 10µm (PM10).

La feuille de calcul permet de saisir quatre années complètes de données, ce qui semble suffisant pour la réalisation d'une EIS (un an minimum est nécessaire). Si vous souhaitez saisir 5 ans de données ou plus, veuillez contacter l'assistance pour réaliser les transformations à apporter à la feuille de calculs. Dans le cadre de l'EIS, il vaut mieux retenir, dans la mesure du possible, des années complètes de données.

Remarque : sur cette feuille « données », vous devez coller les séries journalières des différents indicateurs qui auront été construits au préalable à partir des stations de mesures urbaines retenues pour l'EIS.

– Ces indicateurs peuvent être construits selon la méthode expliquée dans le guide méthodologique, 1999.

– Vous pouvez aussi utiliser le programme excel « EPI-EXPO » ainsi que la notice d'utilisation téléchargeables sur le site de l'InVS en même temps que le logiciel EIS-PA.

Procédure :

1. Avant de coller les données des polluants, procédez à la suppression des données antérieures en utilisant dans la barre de menu la fonction « Outils/ Macro/ Macros/ ». La fenêtre « Macro » apparaît à l'écran. Sélectionnez la macro « EffacerDonneesMetrologie » et cliquez sur Exécuter.

2. Vous devez coller en « cellule A3 » la série des dates correspondant à la période d'étude retenue pour votre EIS, sans les entêtes de colonnes. Utilisez dans le menu « Edition / Collage spécial / valeurs » pour cette opération.

	A	B	C	D	E	F
1	Métrologie (moyennes journalières)					
2	Dates	O3	NO2	SO2	FN	PM10
3	01/01/1999					
4	02/01/1999					
5	03/01/1999					
6	04/01/1999					
7	05/01/1999					
8	06/01/1999					
9	07/01/1999					

3. Si les périodes d'études sont identiques pour tous les indicateurs de pollution étudiés vous collez vos séries de données sans les entêtes de colonnes (utilisez dans le menu « Edition / Collage spécial / valeurs » pour cette opération) :

– En cellule « B3 », la série pour l'indicateur O_3

– En cellule « C3 », la série pour l'indicateur NO_2

– En cellule « D3 », la série pour l'indicateur SO_2

– En cellule « E3 », la série pour l'indicateur FN

– En cellule « F3 », la série pour l'indicateur PM10

	A	B	C	D	E	F
1	Métrologie (moyennes journalières)					
2	Dates	O3	NO2	SO2	FN	PM10
3	01/01/1999	63	18	3		
4	02/01/1999	57	33	9		
5	03/01/1999	59	17	8		
6	04/01/1999	38	45	13		
7	05/01/1999	31	52	11		
8	06/01/1999	37	50	16		
9	07/01/1999	43	42	15		
10	08/01/1999	51	38	31		

4. Si les périodes d'études sont différentes pour certains indicateurs

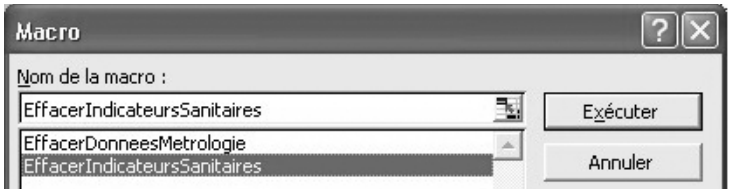
– Vous pouvez coller des séries plus courtes que la série des dates, en faisant attention de bien coller les données à partir de la cellule correspondant à la première date de la série de l'indicateur de pollution.

– Vous pouvez aussi utiliser un autre classeur pour le ou les indicateurs de pollution correspondant à une période de données plus courte.

Remarque : Pour l'indicateur ozone, vous pouvez coller la série de données pour l'année entière même si seules les données de l'été sont utilisées dans les calculs.

3.2. Les indicateurs sanitaires

1. Avant de saisir les données sanitaires, procédez à la suppression des données existantes en utilisant dans la barre de menu la fonction « Outils/ Macro/ Macros/ ». La fenêtre « Macro » apparaît à l'écran. Sélectionnez la macro « EffacerDonneesSanitaires » et cliquez sur Exécuter.



2. Vous devez saisir le nombre moyen journalier d'évènements sanitaires pour chaque indicateur correspondant.

Z	AA	AB
Indicateurs sanitaires	**Moyennes journalières calculées sur l'été**	**Moyennes journalières sur l'année ou sur la saison pour morbidité cardiaque**
Mortalité totale	2,2	2,5
Mortalité cardiovasculaire	1	1,2
Mortalité respiratoire	0,8	1
Morbidité respiratoire 15 - 64 ans	8	10
Morbidité respiratoire > 65 ans	8	10
Morbidité cardiaque	16	20
Morbidité cardiaque > 65 ans	12	15
Morbidité cardiovasculaire **hiver**		11
Morbidité cardiovasculaire **été**		12

Mortalité

– Mortalité totale dans la cellule « AB2 »
– Mortalité cardiovasculaire dans la cellule « AB3 »
– Mortalité respiratoire dans la cellule « AB4 »

Admissions hospitalières

– Morbidité respiratoire 15-64 ans dans la cellule « AB5 »
– Morbidité respiratoire > 65 ans dans la cellule « AB6 »
– Morbidité cardiaque dans la cellule « AB7 »
– Morbidité cardiaque > 65 ans dans la cellule « AB8 »
– Morbidité cardiovasculaire tous âges hiver dans la cellule « AB9 »
– Morbidité cardiovasculaire tous âges été dans la cellule « AB10 »

3.3. Les saisons d'études

Les dates des saisons tropiques figurent par défaut dans cette fenêtre. Vous pouvez modifier les dates de début et de fin de saison, été ou hiver, inscrites par défaut, en fonction de celles que vous avez choisies pour votre étude. Par exemple pour O_3 été, vous pouvez remplacer 01/4 au 30/9 par 21/3 au 20/9. Il ne faut pas saisir l'année, seulement les jours et les mois correspondant au début et à la fin de la saison.

Saisons		
Fenêtre	**Début**	**Fin**
O3 été	1⁄4	30⁄9
NO2 été	1⁄4	30⁄9
NO2 hiver	1⁄10	31⁄3
SO2 été	1⁄4	30⁄9
SO2 hiver	1⁄10	31⁄3
FN été	1⁄4	30⁄9
FN hiver	1⁄10	31⁄3
PM10 été	1⁄4	30⁄9
PM10 hiver	1⁄10	31⁄3

3.4. Les niveaux de référence pour les différents scénarios des EIS court terme

Pour chacun des scénarios retenus dans le guide méthodologique, des valeurs par défaut sont déjà saisies mais elles sont modifiables si vous souhaitez tester un autre scénario.

Attention : si vous testez plusieurs scénarios dont vous voulez garder les résultats, pensez à sauvegarder le classeur sous un autre nom avant de changer la valeur de référence.

3.4.1. Scénario 1 : impact sanitaire par rapport à une exposition à un niveau faible de pollution atmosphérique

Par défaut les niveaux de référence choisis sont de 40 µg/m^3 pour l'ozone et de 10 µg/m^3 pour les autres indicateurs de pollution. Ces niveaux sont en général inférieurs au percentile 5 dans la plupart des agglomérations, ce qui caractérise un niveau faible de pollution. Il est utile de regarder la distribution des polluants présentée dans la feuille « descriptif » pour vérifier que ces valeurs par défaut reflètent bien un niveau faible dans votre zone d'étude.

– Indicateur O_3 : le niveau de référence est en cellule « AA39 »
– Indicateur NO_2 : le niveau de référence est en cellule « AA40 »
– Indicateur SO_2 : le niveau de référence est en cellule « AA41 »
– Indicateur FN : le niveau de référence est en cellule « AA42 »
– Indicateur PM10 : le niveau de référence est en cellule « AA43 »

Z	AA	AB
Niveau de référence scénario 1 (impact sanitaire d'une pollution faible)		
Polluant	**Valeur**	
O3	40	
NO2	10	
SO2	10	
FN	10	
PM10	10	

3.4.2 Scénario 2 : gain sanitaire lié à la diminution des niveaux dépassant les valeurs réglementaires en vigueur pour chaque polluant

Les niveaux de référence choisis correspondent aux objectifs de qualité tels qu'ils figurent dans le décret 98-360 du 6 mai 1998 et le décret 2002-213 du 15 février 2002 modifiant le précédent.

– Indicateur O_3 : le niveau de référence est de 110 µg/m^3 sur 8h (cellule « AA48 »)
– Indicateur NO_2 : le niveau de référence est de 40 µg/m^3 en moyenne annuelle (cellule « AA49 »)
– Indicateur SO_2 : le niveau de référence est de 50 µg/m^3 en moyenne annuelle (cellule « AA50 »)
– Indicateur FN : le niveau de référence est de 40 µg/m^3 en moyenne annuelle (cellule « AA51 »)
– Indicateur PM10 : le niveau de référence est de 30 µg/m^3 en moyenne annuelle (cellule « AA52 »)

Niveau de référence du scénario 2 (diminution des "pics")	
Polluant	**Valeur**
O3	110
NO2	40
SO2	50
FN	40
PM10	30

3.4.3. Scénario 3 : gain sanitaire lié à la diminution de x % de la moyenne annuelle pour chaque polluant

Par défaut le scénario retenu permet de calculer le gain sanitaire pour une diminution de 25 % de la moyenne annuelle. Mais vous pouvez changer ce pourcentage en modifiant la valeur contenue dans les cellules référencées ci-dessous.

Niveau de référence du scénario 3 (	
Polluant	**% de réduction**
O3	25
NO2	25
SO2	25
FN	25
PM10	25

O_3 : le niveau de référence est en « AA57 »
NO_2 : le niveau de référence est en « AA58 »
SO_2 : le niveau de référence est en « AA59 »
FN : le niveau de référence est en « AA60 »
PM10 : le niveau de référence est en « AA61 »

3.5. Les niveaux de référence pour les différents scénarios de l'EIS long terme

Scénario 1 : gain sanitaire lié à la diminution de la moyenne annuelle des PM10 au niveau de 40 µg/m^3, valeur limite européenne pour la protection pour la santé prévue en 2005 (cellule « AB66 »).

Scénario 2 : gain sanitaire lié à la diminution de la moyenne annuelle des PM10 au niveau de 20 µg/m^3, valeur limite européenne pour la protection pour la santé prévue en 2010 (cellule « AB67 »).

Scénario 3 : gain sanitaire lié à la diminution de 5 µg/m^3 de la moyenne annuelle des PM10 (cellule « AB68 »).

Scénario 4 : gain sanitaire lié à la diminution de 25 % de la moyenne annuelle des PM10 (cellule « AB69 »).

EIS Long Terme		
Polluant	**Scénario**	**Valeur**
PM10	Scénario1	40
PM10	Scénario2	20
PM10	Scénario3	5
PM10	Scénario4	25

3.6. Calcul du nombre de jours de pollution par classes d'exposition de 10 µg/m3

Cette partie de la feuille « Données » contient, pour chaque polluant par année et par saison, le nombre de jours par classe d'exposition croissante de pollution de 10 µg/m^3. Ces données permettent la réalisation des graphiques de la feuille « descriptif » et ne doivent donc pas être modifiées.

AY	BB	BC	BD	BE
Classe d'exposition	**O3 été**	**NO2 année**	**NO2 été**	**NO2 hiver**
0 à 10	0	20	14	6
10 à 20	0	121	72	49
20 à 30	0	258	160	98
30 à 40	0	291	177	114
40 à 50	0	220	97	123
50 à 60	7	99	26	73
60 à 70	16	54	5	49
70 à 80	54	23	1	22
80 à 90	97	6	0	6
90 à 100	126	2	0	2
100 à 110	98	2	0	2
110 à 120	52	0	0	0

3.7. Les risques relatifs des courbes exposition / risque

Les différents risques relatifs utilisés dans ce logiciel et figurant dans la partie « Note technique » de ce document, ont été actualisés par rapport à ceux utilisés dans le guide méthodologique publié en 1999 par l'InVS. Ils sont importés automatiquement pour les calculs dans les feuilles résultats et ne doivent pas être modifiés.

BS	BT	BU	BV	BW
RR	**Augmentation de :**		**10**	**µg/m3**
Polluant	**Indicateur**	**Inférieur**	**Central**	**Supérieur**
O3	Mortalité totale	1,003	1,007	1,01
	Motalité cardiovasculaire	1,004	1,011	1,018
	Motalité respiratoire	1,006	1,012	1,019
	Morbidité respi 15 - 64 ans	0,998	1,004	1,01
	Morbidité respi > 65 ans	1,004	1,008	1,014

4. Feuille « Descriptif »

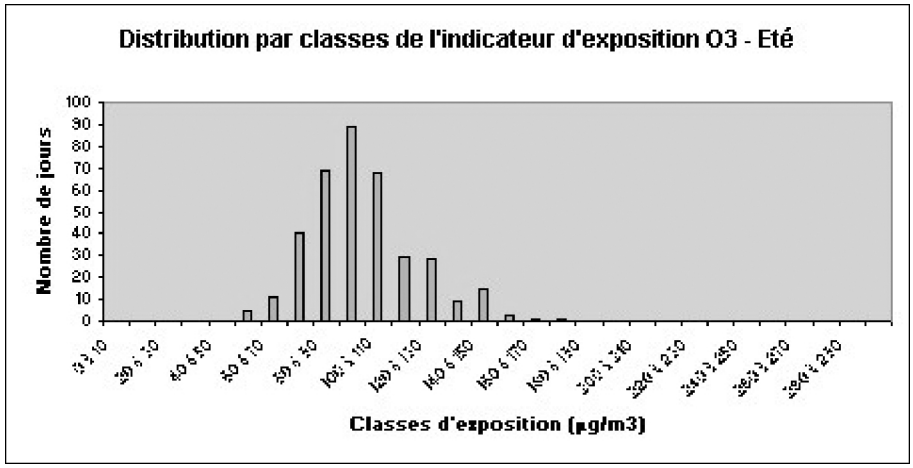
Cette feuille contient différents résultats descriptifs concernant les indicateurs de pollution sur l'ensemble de la période d'étude. Après les avoir copié, vous pouvez insérer les graphiques dans un document WORD en utilisant dans le menu la fonction « Edition / collage spécial / image ».

– Les tableaux des distributions des indicateurs d'exposition ;

– Les graphes de la distribution par classes de 10 µg/m^3 des différents indicateurs d'exposition.

Distribution des indicateurs d'exposition (ensemble de la période)

	O3 été	NO2 année	NO2 été	NO2 hiver	SO2 année	SO2 été	SO2 hiver	FN année	FN été	FN hiver	PM10 année	PM10 été	PM10 hiver
Nombre	368	731	368	363	731	368	363	0	0	0	364	182	182
Minimum	52	7	7	7	0	0	0				6	11	6
Percentile 5	72	15	13	16	1	1	1				13	14	12
Percentile 25	86	26	24	28	3	3	4				20	21	20
Médiane	96	35	31	41	6	4	7				29	29	28
Percentile 75	109	46	40	54	9	7	12				38	36	41
Percentile 95	141	63	51	71	18	13	20				52	44	57
Maximum	172	104	71	104	39	24	39				73	67	73
Moyenne journalière	99	37	32	42	7	5	9				30	29	31
Ecart-Type	20,1	15,5	11,6	17,3	5,6	3,8	6,6				12,3	10,2	14,1
% Valeurs manquantes	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%	50%	51%	50%



5. Feuilles « Résultats EIS court terme »

Les résultats des EIS sont calculés automatiquement à partir des données qui sont contenues dans la feuille « Données ». Après le remplissage de cette feuille par l'utilisateur, aucune saisie ni manipulation supplémentaire ne sont nécessaires.

Vous trouverez 29 feuilles de résultats pour les EIS court terme (CT). Chaque feuille correspond aux résultats de l'EIS d'un couple « indicateur de pollution – indicateur sanitaire ». Le titre de la feuille est toujours structuré de la manière suivante : **Numéro.Type d'EIS – indicateur de pollution – saison – indicateur sanitaire.**

Par exemple : 1.CT – O_3 été – mortalité tot. (EIS court terme de l'ozone en période estivale sur la mortalité totale).

Les feuilles sont classées par indicateur sanitaire dans l'ordre suivant :

– mortalité totale (feuilles 1 à 5),

– mortalité cardiovasculaire (feuilles 6 à 9),

– mortalité respiratoire (feuilles 10 à 13),

– morbidité respiratoire chez les 15-64 ans (feuilles 14 à 17),

– morbidité respiratoire chez les 65 ans et plus (feuilles 18 à 22),

– morbidité cardiaque tous âges (feuilles 23 à 24),

– morbidité cardiaque chez les 65 ans et plus (feuilles 25 à 26),

– morbidité cardiovasculaire tous âges (feuilles 27 à 29).

5.1. Résultats descriptifs

Ils sont résumés dans des tableaux synthétiques.

– Distribution de l'indicateur de pollution,

– Nombres de cas observés,

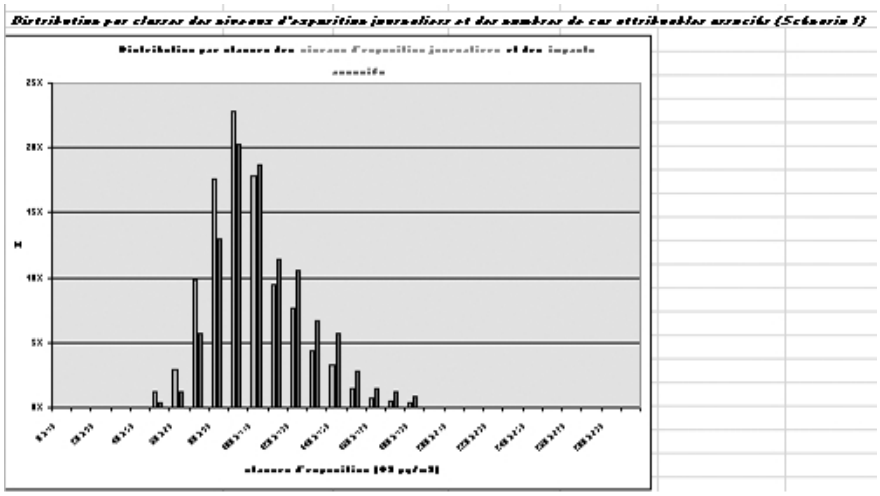
– Risque Relatif utilisé.

A	B	C	D	E	F
Evaluation d'impact sanitaire court terme					
			journalière de cas observés	**Nombre total de cas observés**	**Durée (jours) de la période d'étude**
Indicateur de pollution :	O3		2,56	1413	552
Période :	été				
Effet sanitaire :	mortalité totale				
Indicateur de pollution (µg/m3)	**Valeur**		**Risque Relatif**		
Percentile 5	71,9		**inférieur**	**central**	**supérieur**
Percentile 25	87,0		1,003	1,007	1,01
Percentile 50	97,9				
Percentile 75	111,6		**β**		
Moyenne	101,5		**inférieur**	**central**	**supérieur**
			0,000299551	0,000697561	0,000995033

5.2. Résultats de l'EIS

Ils sont présentés sous forme de graphiques et de tableau. Les graphiques correspondent aux résultats calculés sur la période d'étude. Le tableau donne les résultats calculés pour la période d'étude et par an.

- Le graphique de la distribution par classes de 10 µg/m^3 des niveaux d'exposition journaliers et des impacts sanitaires (nombre de cas attribuables) associés pour le scénario 1.

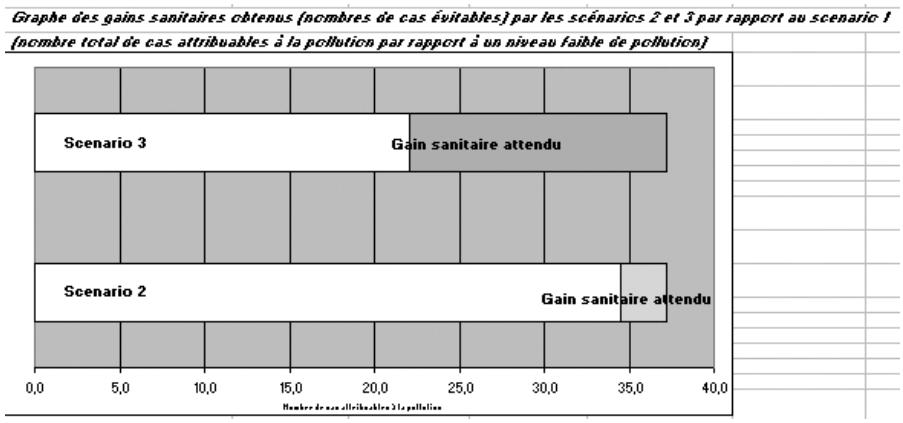


- Le tableau des résultats de l'EIS pour les trois scénarios retenus, pour la période d'étude et par an.

Résultats de l'EIS, nombre de cas attribuables (NA) à la pollution atmosphérique pour les trois scénarios

RESULTATS		Pour la période			
		NA	IC 95%		NA
attribuables par rapport à un niveau faible de pollution (µg/m3)	40	59,53	25,21	85,82	19,84
attribuable à une suppression des niveaux supérieurs à (µg/m3)	110	5,54	2,36	7,95	1,85
Scénario 3 : Gain sanitaire attribuable à une diminution des niveaux moyens de (%)	25	23,93	10,23	34,27	7,98

- Le graphique des gains sanitaires (nombre de cas évitables) pour les scénarios 2 et 3. La longueur des barres de l'histogramme correspond au nombre total de cas attribuables à la pollution par rapport à un niveau faible d'exposition et les zones en couleur correspondent au nombre de cas évitables par les scénarios 2 et 3.



5.3. Calculs intermédiaires pour les différents scénarios

Cette partie de la feuille (à partir de la ligne 71) permet de comprendre la méthode utilisée pour calculer le nombre de cas attribuables à la pollution et les gains sanitaires obtenus par les différents scénarios. Les formules mathématiques de chaque scénario figurent en annexe de ce manuel.

Scénario 2 :Tableau du calcul du nombre de cas attribuables par classe de 1 µg/m3

Indicateur de pollution (c;µg/m3)	Nb de jours à pollution c	Risque relatif (RRc;x)	Nb de cas attribuables(Nac;x
0,5	0	1	0
1,5	0	1	0
2,5	0	1	0
3,5	0	1	0
4,5	0	1	0
5,5	0	1	0
6,5	0	1	0
7,5	0	1	0

6. Feuille « Résultats EIS long terme »

La feuille pour l'EIS long terme (LT) se trouve en dernière position dans le classeur. Les résultats descriptifs sont présentés de la même façon que pour les EIS court terme.

Le tableau suivant présente les résultats de l'EIS long terme pour les quatre scénarios retenus, pour la période d'étude et par an.

Résultats de l'EIS, nombre de cas attribuables (NA) à la pollution atmosphérique pour les quatre scénarios

RESULTATS		Pour la période			Par an		
		NA	IC 95%		NA	IC 95%	
Scénario 1 : gain sanitaire lié à la diminution de la moyenne annuelle au niveau de la norme européenne 2005 de (µg/m3)	40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Scénario 2 : gain sanitaire lié à la diminution de la moyenne annuelle au niveau de la norme européenne 2010 de (µg/m3)	20	36,85	22,29	52,27	36,85	22,29	52,27
Scénario 3 : gain sanitaire lié à la diminution de la moyenne annuelle de (µg/m3)	5	18,96	11,51	26,77	18,96	11,51	26,77
Scénario 4 : Gain saintaire attribuable à une diminution des niveaux de (%)	25	26,41	16,00	37,38	26,41	16,00	37,38

Enfin, à partir de la ligne 26, sont présentés les calculs intermédiaires pour les différents scénarios.

Calculs intermédiaires				
Scénario 1 : Nb de cas journaliers non attribuables à la pollution au niveau de référence	RR (40µg)	cas attribuables (NA40)	RR (40µg) inferieur	cas attribuables (NA40) inf
2,6095	0,958041149	-39,85	0,974205365	-24,50
Scénario 2 : Nb de cas journaliers non attribuables à la pollution au niveau de référence	RR (20µg)	cas attribuables (NA20)	RR (20µg) inferieur	cas attribuables (NA20) inf
2,3988	1,042204106	36,85	1,025522606	22,29
Scénario 3 : Nb de cas journaliers non attribuables à la pollution au niveau de référence	RR (5µg)	cas attribuables (NA5)	RR (5µg) inferieur	cas attribuables (NA5) inf
2,4479	1,021273715	18,96	1,012916581	11,5
Scénario 4 : Nb de cas journaliers non	RR (25%)	cas attribuables	RR (25%) inferieur	cas attribuables

7. Annexe

1. Scénario 1 : mesure de l'impact sanitaire par rapport à une exposition à un niveau faible (niveau de référence = 10µg/m³ par exemple)

• *Calcul du nombre de cas attribuables pour le niveau journalier moyen de pollution (m) observé et par rapport au niveau de référence 10 µg/m³ :*

$$NR1 = N \times ((RR_{m,10} - 1)/RR_{m,10}) \quad \text{avec} \quad RR_{m,10} = \exp\left(\left(\ln(RR_{10})/10\right) \times (m - 10)\right)$$

N est le nombre moyen journalier de cas sanitaires observés.

RR_{10} est le risque relatif issu des courbes exposition/risque pour une augmentation de 10 µg/m³ des niveaux de pollution.

$RR_{m,10}$ est le RR correspondant à une augmentation du niveau d'exposition de 10 à m

Le nombre de cas journaliers non attribuables à la pollution au niveau de référence 10µg/m³ est :

$$PR1 = N - NR1$$

• *Calcul du nombre de cas attribuables NAc pour la classe de pollution de niveau c (µg/m³) et comportant nc jours :*

$$NA_{c,10} = (RR_{c,10} - 1) \times PR1 \times nc \quad \text{avec} \quad RR_{c,10} = \exp\left(\left(\ln(RR_{10})/10\right) \times (c - 10)\right)$$

Au total, sur la période considérée, le nombre total de cas attribuables à la pollution atmosphérique par rapport à une exposition de 10 µg/m3 est de :

$$NAtot1 = \sum NA_c$$

2. Scénario 2 : gain sanitaire lié à la suppression des pics (niveau de référence = norme pour le polluant)

• *Calcul du nombre de cas attribuables pour le niveau journalier moyen de pollution (m) observé et par rapport au niveau de référence x de la « norme » (µg/m³) :*

$$NR2 = N \times ((RR_{m,x} - 1)/RR_{m,x}) \quad \text{avec} \quad RR_{m,x} = \exp\left(\left(\ln(RR_{10})/10\right) \times (m - x)\right)$$

N est le nombre moyen journalier de cas sanitaires observés.

RR_{10} est le risque relatif issu des courbes exposition/risque pour une augmentation de 10 µg/m³ des niveaux de pollution.

Le nombre de cas journaliers non attribuables à la pollution au niveau de référence est :

$$PR2 = N - NR2$$

• Calcul du nombre de cas attribuables NAc *pour la classe de pollution de niveau c (µg/m³) et comportant nc jours :*

$$NA_{c,x} = (RR_{c,x} - 1) \times PR2 \times nc \quad \text{avec} \quad RR_{c,x} = \exp\left(\left(\ln(RR_{10})/10\right) \times (c - x)\right)$$

Au total, sur la période considérée, le nombre total de cas attribuables à la pollution atmosphérique par rapport à une exposition x µg/m3 est de :

$$NAtot2 = \sum NA_c$$

3. Scénario 3 : gain sanitaire pour une exposition égale à la moyenne annuelle réduite de 25 % (niveau de référence fixe = moyenne annuelle x 0.75)

• *Calcul du nombre de cas attribuables pour le niveau journalier moyen de pollution (m) observé et par rapport au niveau de référence 0,75 x m (µg/m³) :*

$$NR3 = N \times ((RR_{m\,;0,75m} - 1)/RR_{m;0,75m}) \quad \text{avec} \quad RR_{m\,;0,75m} = \exp\left(\left(\ln(RR_{10})/10\right) \times (m - (0,75 \times m))\right)$$
$$= \exp\left(\left(\ln(RR_{10})/10\right) \times (0,25 \times m)\right)$$

N est le nombre moyen journalier de cas sanitaires observés.

RR_{10} est le risque relatif issu des courbes exposition/risque pour une augmentation de 10 µg/m³ des niveaux de pollution.

Le nombre de cas journaliers non attribuables à la pollution au niveau de référence est :

$$PR3 = N - NR3$$

• *Calcul du nombre de cas attribuables aux niveaux supérieurs à la réduction de 25 %*

$$NA_{25\%} = (RR_{25\%} - 1) \times PR3 \times \text{période} \quad \text{avec} \quad RR_{25\%} = \exp\left(\left(\ln(RR_{10})/10\right) \times (m \times 0,25)\right)$$

m est la moyenne annuelle du polluant